

(11)Publication number : 2002-118312
(43)Date of publication of application : 19.04.2002

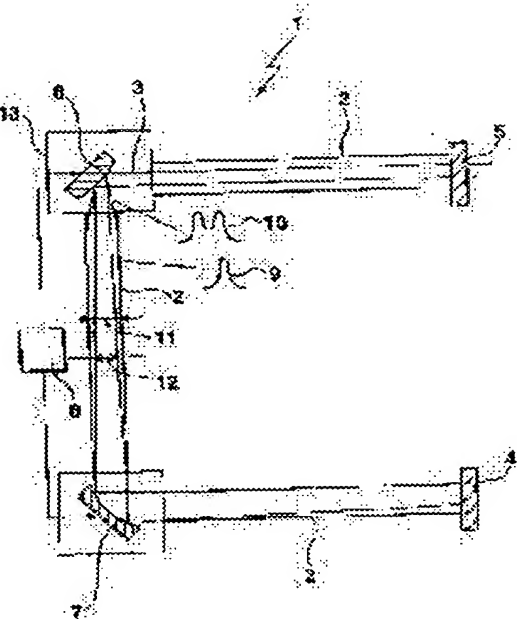
H01S 3/098

(71)Applicant : **TRUMPF LASERTECHNIK GMBH**

(72)Inventor : VON BORSTEL MICHAEL
GESCHWANDNER MARK
BEHRENDTS TANJA

Priority number : 2000 00118825 Priority date : 31.08.2000 Priority country : EP

SOLUTION: The mode iris removes higher order modes of a laser beam 3 at each time. In the case of setting one of the mode iris and the optical system, a Gaussian mode 9 is generated in one setting, a ring mode 10 is generated in another setting. The Gaussian mode or the ring mode is switched by using a suitable controller according to the role of each of individual processes.



[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-118312

(P2002-118312A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002. 4. 19)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 S 3/098

識別記号

F I

H 0 1 S 3/098

テマコード^{*}(参考)

5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-261481(P2001-261481)

(22) 出願日 平成13年8月30日 (2001. 8. 30)

(31) 優先権主張番号 0 0 1 1 8 8 2 5. 9

(32) 優先日 平成12年8月31日 (2000. 8. 31)

(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (E P)

(71) 出願人 592102685

トルンプフ レーザーテヒニク ゲゼルシ
ャフト ミット ベシュレンクテル ハフ
ツング

ドイツ連邦共和国 デイツツインゲン ヨ
ハン-マウス-シュトラッセ 2

(72) 発明者 ミヒャエル フォン ボーステル
ドイツ連邦共和国 プライデルスハイム
フィンケンヴェーク 2

(74) 代理人 100061815

弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

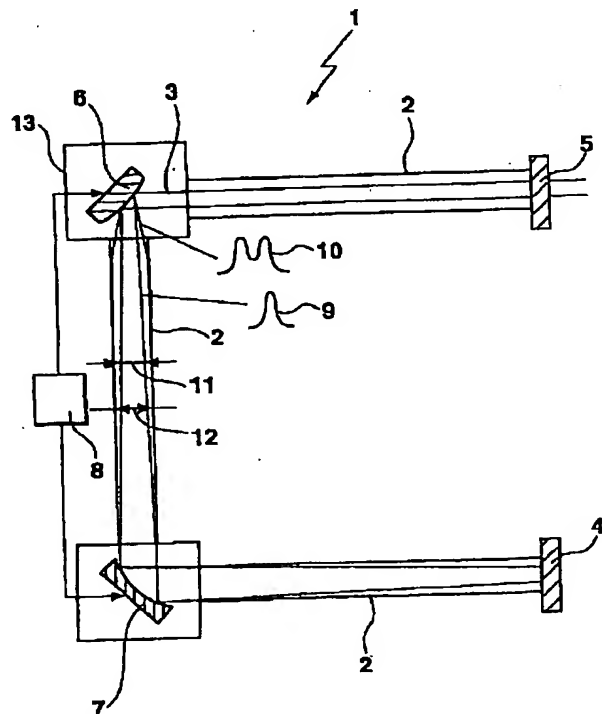
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスレーザー

(57) 【要約】

【課題】 レーザ共振器のビーム案内空間内に光学系とモード絞りが設けられているガスレーザーにおいて、様々な処理の役割のための異なる2つのモードをできるかぎり簡単に切り替えることができるように構成する。

【解決手段】 モード絞りはレーザービーム3そのつど他の高次のモードを取り除く。モード絞りもしくは光学系の方のセッティングにおいてガウスモード9を生じさせ、他方のセッティングにおいてリングモード10を生じさせる。個々の処理の役割に従い、適切な制御装置を10用いてガウスモードであるかリングモードであるかを切り替える。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ共振器のビーム案内空間内に光学系とモード絞りが設けられているガスレーザ（1；20；30）において、

2つのセッティングの間でモード絞りの開口直径が調節され、前記セッティングによりモード絞りはレーザビーム（3）からそのつど他の高次のモードを除外することを特徴とする、ガスレーザ。

【請求項2】 レーザ共振器のビーム案内空間内に光学系とモード絞りが設けられているガスレーザ（1；20；30）において、

2つのセッティングの間で光学系が調節され、前記セッティングによりモード絞りはレーザビーム（3）からそのつど他の高次のモードを除外することを特徴とする、ガスレーザ。

【請求項3】 調節可能な光学系は少なくとも1つの適応形光学素子（6，7；21，22，23；31，32，33）を有する、請求項2記載のガスレーザ。

【請求項4】 前記モード絞りは2つの適応形光学素子（6，7；21，22，23；31，32）の間に配置されている、請求項3記載のガスレーザ。

【請求項5】 前記の2つの光学系セッティングのうち少なくとも一方において、一方の適応形光学素子（6；21；31）がレーザビーム（3）を拡開したたとえば凸面状態に形成されており、他方の適応形光学素子（7；22；32）がレーザビーム（3）をあとからフォーカシングしたたとえば凹面状態に形成されている、請求項3または4記載のガスレーザ。

【請求項6】 前記の2つの光学系セッティングのうち少なくとも一方において、2つの適応形光学素子（31，32）がレーザビーム（3）を拡開したたとえば凸面状態に形成されており、第3の適応形光学素子（32）がレーザビームをフォーカシングしたたとえば凹面状態に形成されている、請求項3または4記載のガスレーザ。

【請求項7】 前記適応形光学素子として、レーザ共振器の出力結合ミラー（5）および／またはレーザ共振器の反射ミラー（4；23）および／またはそれらの間におかれた1つまたは複数の偏向ミラー（6，7；21，22；31，32，33）が設けられている、請求項3から6のいずれか1項記載のガスレーザ。

【請求項8】 前記モード絞りは、ビーム案内空間の円形断面の内径（12）により形成されている、請求項2から7のいずれか1項記載のガスレーザ。

【請求項9】 ビーム案内空間の前記円形断面は、レーザ共振器の1つまたは複数のレーザ管（2）により、および／または2つの隣り合うレーザ管（2）を互いに連結する結合ブロック（13）により構成されている、請求項2から7のいずれか1項記載のガスレーザ。

【請求項10】 前記レーザ共振器はモード絞りと光学系の一方のセッティングではガウスモード（9；250

2

5；35）を生じさせ、他方のセッティングではリングモード（10；26；36）を生じさせるように構成されている、請求項1から9のいずれか1項記載のガスレーザ。

【請求項11】 前記のモード絞りと光学系を調節する制御装置（8；24；34）が設けられており、該制御装置（8；24；34）内には、前記のモード絞りと光学系の2つのセッティングのために少なくとも2つのパラメータセットが格納されている、請求項1から10のいずれか1項記載のガスレーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザ共振器のビーム案内空間内に光学系とモード絞りが設けられているガスレーザに関する。

【0002】

【従来の技術】 この種のガスレーザはたとえば EP 0 492 340 B1 により知られている。一般にガスレーザはレーザ共振器においてそれに特徴的な振動状態いわゆるモードを形成し、これは基本的にレーザ共振器の長さ、レーザ管の直径ならびに電極の形状によって決まっている。レーザをどのように構成するのか、したがってレーザがどのモードを形成するのかは、その適用分野に左右される。材料処理のためには、TEM₀₀モード（いわゆるガウスモード）とTEM₀₁*モード（いわゆるリングモード）という2つのモードが格別重要となる。ガウスモードは、薄い金属板の切断において望まれるような最小の直径にフォーカシング可能である。リングモードはガウスモードよりはフォーカシング性能が劣っており、それゆえフォーカシング直径はそれよりも大きい。これはたとえばもっと厚い金属板の切断などで、スラグを吹き払うことができるような切断ギャップ幅をもたせる目的で望まれることである。リングモードの間では最小電力であり、このことで光学素子の中央において熱的負荷が低減され、これは高出力の場合にはとりわけ重要な効果である。

【0003】 これまで、ガスレーザにおいて共振器のモードを明確に設定しようという数多くのアプローチが行われてきた。冒頭で挙げた EP 0 492 340 B1 の場合、モード絞りとしてレーザ共振器内で長さを調節可能な2つの孔絞りが設けられており、これによってレーザビームの直径を小さくすることができる。第1のセッティングでは両方のモード絞りはレーザビームの外側におかれ、したがってレーザビームは遮られることなく直径全体で外側ミラーのところを通り抜けることができる。第2のセッティングにおいて両方のモード絞りはビーム路中におかれ、レーザビームの直径が半分ほど小さくされる。モード絞りの長さを変えるために、機械的に煩雑なシリンダ駆動部が設けられている。

【0004】

3

【発明が解決しようとする課題】したがって本発明の課題は、冒頭で述べた形式のガスレーザにおいて、様々な処理の役割のための異なる2つのモードをできるかぎり簡単に切り替えることができるように構成することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によればこの課題は、2つのセッティングの間でモード絞りの開口直径が調節され、前記セッティングによりモード絞りはレーザビームからそのつど他の高次のモードを除外することに10より解決される。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明により達成される利点は、レーザ共振器においてたとえば一方のセッティングではガウスモードを、他方のセッティングではリングモードを生じさせることができる。個々の処理の役割に応じて、適切な制御によりガウスモードとリングモードを切り替えることができる。

【0007】有利には、調整可能な光学系は少なくとも1つの適応形光学素子たとえば適応形ミラーなどを有し20ており、このミラーの鏡面をたとえば冷却水圧力を変化するなどして変形可能である。この場合、制御装置により適応形ミラーの所望の湾曲状態を相応に設定できる。

【0008】有利には2つの適応形光学素子の間にモード絞りが配置されており、この場合、一方の光学素子はレーザビームの拡開に用いられ、他方の光学素子は拡開されたレーザビームの再集束に用いられる。

【0009】有利には2つの光学系セッティングの少なくとも一方において1つまたは2つの適応形光学素子がレーザビームの拡開のためにたとえば凸面状態に構成さ30れ、他の1つの光学素子はレーザビームをその後でフォーカシングするためにたとえば凹面状態に構成されている。

【0010】適応形光学素子としてすでにビーム路中に設けられているレーザ共振器の素子を利用することができ、たとえばレーザ共振器の出力結合ミラーおよび／またはその間に設けられた1つまたは複数の偏向ミラーを利用することができる。反射ミラーを拡開あるいはフォーカシングに利用する場合に留意しなければならないのは、レーザ共振器を安定させる目的でそのミラーが通常40はいずれにせよ湾曲を有していることである。この場合、反射ミラーの実際の湾曲は、両方の湾曲の簡単な加算により個々の極性符号を留意することで得られる。作動可能な光学素子として、たとえば少なくとも2つの隣り合う適応形偏向ミラーあるいはこれに加えてさらに反射ミラーを設けることができる。有利には作動可能な光学素子として3つの適応形偏向ミラーが設けられている。

【0011】2重に直角に折り曲げられた共振器を用いた試みによって判明したのは、少なくとも2つの光学素50

4

子を設けると格別良好な結果が達成されることであり、すなわち一方の光学素子をレーザビームの拡開のためにたとえば凸面状態に構成し、他方の光学素子をレーザビームをあとからフォーカシングさせるためにたとえば凹面状態に構成すると、ビーム品質のきわめて高いガウスモードのレーザビームが得られる。

【0012】2重に直角に折り曲げられた共振器を用いた試みによってさらに判明したのは、少なくとも3つの光学素子を設けると格別良好な結果が達成されることであり、すなわち2つの光学素子をレーザビームの拡開のためにたとえば凸面状態に構成し、他の光学素子をレーザビームのフォーカシングのためにたとえば凹面状態に構成すると、ビーム品質のきわめて高いガウスモードのレーザビームが得られる。

【0013】有利には、1つの凹面の光学素子の半径は複数の凸面の光学素子それぞれの半径よりも小さく、それら凸面の光学素子の半径はほぼ等しい。また、凸面状の偏向ミラーを出力結合ミラーの近くに配置するかまたは出力結合ミラー自体を凸面状にし、かつ凸面もしくは凹面のミラーの半径を10m〜60mの範囲内にすると、格別良好な結果を得ることができ、つまりビーム品質のきわめて高いガウスモードのレーザビームを得ることができる。

【0014】本発明の格別有利な実施形態によれば、モード絞りはビーム案内空間の円形セクションの内径によって形成されている。この措置の利点とは、孔絞りとは異なりビーム案内空間の円形により規定される励起ボリュームの外側には、つまりモード絞りの外側には、励起されたレーザガスはもはや存在しないことであり、したがって円形セクション内部において不所望な増大も発生しない。したがって、レーザ共振器内でシャープに区切られたガウスモードを発生させることができる。また、可変の光学系によりレーザビームをビーム案内空間内部で、ビーム案内空間における円形セクションの内径がもっと高いモードに対してモード絞りとしてはたらくよう、ビーム直径を拡開することができる。

【0015】ビーム案内空間の円形セクションをたとえば、レーザ共振器の1つまたは複数のレーザ管により、および／または2つの隣り合うレーザ管を互いに連結する結合ブロックにより形成することができる。

【0016】本発明の格別有利な実施形態によれば、レーザ共振器はモード絞りのない光学系の一方のセッティングではガウスモードを生じさせるように構成され、他方のセッティングではリングモードを生じさせるように構成される。この措置によれば、レーザ共振器における拡開用の光学素子とフォーカシング用の光学素子を用いてレーザモードを選択的にセッティングできるようになる。この場合、レーザビームはそれらの光学素子により、レーザビームが拡開されるときにはレーザ共振器におけるビーム案内空間の円形セクション自体がモード絞

5

りとしてはたらくよう変形される。この処理の役割に従い制御装置を用いることで、ガウスモードであるかリングモードであるかを切り替えることができる。この目的で制御装置内にたとえば、モード絞らないしは光学系の2つのセッティングのために少なくとも2つのパラメータセットを格納することができる。

【0017】以下の説明ならびに図面には本発明のその他の利点が示されている。本発明によれば、上述の特徴とあとで説明する特徴をそれぞれ単独でも使用でき、複数を任意に組み合わせて使用してもよい。なお、10ここで説明する図示の実施形態は構成の確定的な列挙として捉えられるものではなく、むしろ本発明を説明するための実例としての特徴的構成をもつものである。

【0018】

【実施例】図1に示されているガスレーザ1のレーザ共振器は3つのレーザ管2を有しており、これはレーザガスたとえばCO₂ またはCO用のケーシングとして用いられる。この場合、レーザ管2は円形の横断面をもち、水晶またはセラミクス材料によって構成することができる。隣り合う2つのレーザ管はそれぞれ互いに直角20に配置されており、したがって全体としてU字型の配置が得られる。レーザ共振器において発せられるレーザビーム3はビームをもとの方向へ戻すミラーである平坦な反射ミラー4と平坦な出力結合ミラー5との間で反射され、それぞれ2つのレーザ管2の間において偏向ミラー6、7を用いることで90°向きが変えられる。レーザビーム3の図示のビーム路は非常に単純化されて描かれている。両方の偏向ミラー6、7は、制御装置8によって調節可能な可変の曲率半径をもつ適応形ミラーである。

【0019】図1aによる装置では出力結合ミラー5から出発して、凸面状態にセッティングされた偏向ミラー6のところでレーザビーム3が拡開され、ガウスモード9以外、中間のレーザ管2を通る他のすべてのレーザビーム3のモード殊にリングモードがレーザビーム3から除去されるようになる。したがって中間のレーザ管2に30入力結合されるレーザビーム3のビーム直径は中間のレーザ管2の内径12によって制限され、つまり中間のレーザ管2はモード絞りとしてはたらく。この場合、励起されたレーザガスはモードボリューム外には存在しない40ので、レーザ共振器内ではシャープに区切られたガウスモード9が発生する。また、凹面状態にセッティングされた偏向ミラー7のところでは拡開されたレーザビーム3が、偏向ミラー7と反射ミラー4との間に存在するレーザ管2がガウスモード用のモード絞りとして機能しなくなるまで再びフォーカシングされる。図示の実施例の場合、隣り合う2つのレーザ管2がレーザ共振器の一部分である結合ブロック13を介して互いに連結されている。

【0020】図1bによる装置構成の場合、適応形偏向

6

ミラー6、7は平坦なミラーとしてセッティングされており、その結果、中間のレーザ管2内部ではレーザビーム3の拡開は生じない。レーザ共振器は、この場合にはリングモード10が生じるように構成されている。適応形ミラー6、7の簡単な「切り替え」により、レーザ共振器において選択的にガウスモード9またはリングモード10を生じさせることができる。

【0021】図2に示されているガスレーザ20は、ガウスモードとリングモードを切り替えるため2つの適応形偏向ミラー21、22と1つの適応形反射ミラー23を使用し、これらのミラーのセッティングはそれぞれ制御装置24によって制御される。図2aに示されている凸面もしくは凹面の偏向ミラー21、22と凸面反射ミラー23を備えた装置構成の場合、レーザビーム3は中間のレーザ管2においてモード制限のために拡開され、それゆえレーザ管内ではガウスモード25だけしか生じない。図2bによる装置構成の場合、偏向ミラー21、22および反射ミラー23は平坦なミラーとしてセッティングされており、したがって中間のレーザ管2内部ではレーザビーム3の拡開は生じない。レーザ共振器は、この場合にはリングモード26が生じるように構成されている。適応形ミラー21、22、23の簡単な「切り替え」により、レーザ共振器において選択的にガウスモード25またはリングモード26を生じさせることができる。

【0022】図3に示されているガスレーザ30は、ガウスモードとリングモードとの切り替えのため3つの適応形偏向ミラー31、32、33を使用し、これらのミラーのセッティングはそれぞれ制御装置34によって制御される。図3aに示されている凸面偏向ミラー31、33と凹面偏向ミラー32を備えた装置構成の場合、レーザビーム3はレーザ管2内でモード制限のために拡開され、したがってレーザ共振器内ではガウスモード35だけしか生じない。偏向ミラー31、32、33の曲率半径は、非点収差が補償されるように選定されている。図3bによる装置の場合、すべての偏向ミラー31、32、33が平坦なミラーとしてセッティングされているので、レーザ管2内部ではレーザビーム3の拡開は生じない。レーザ共振器は、この場合にはリングモード36が生じるように構成されている。適応形ミラー31、32、33の簡単な「切り替え」により、レーザ共振器において選択的にガウスモード35またはリングモード36を生じさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1a】ガウスモードを生じさせるために2つの適応形光学素子を備えた本発明によるガスレーザの第1の実施例を示す図である。

【図1b】リングモードを生じさせるために2つの適応形光学素子を備えた本発明によるガスレーザの第1の実施例を示す図である。

【図2 a】ガウスモードを生じさせるために3つの適応形光学素子を備えた本発明によるガスレーザの第2の実施例を示す図である。

【図2 b】リングモードを生じさせるために3つの適応形光学素子を備えた本発明によるガスレーザの第2の実施例を示す図である。

【図3 a】ガウスモードを生じさせるために3つの適応形光学素子を備えた本発明によるガスレーザの第3の実施例を示す図である。

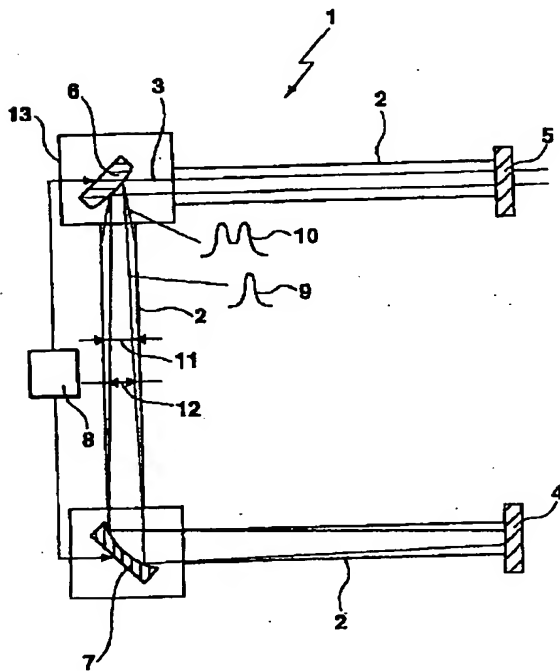
【図3 b】リングモードを生じさせるために3つの適応形光学素子を備えた本発明によるガスレーザの第3の実施例を示す図である。

施例を示す図である。

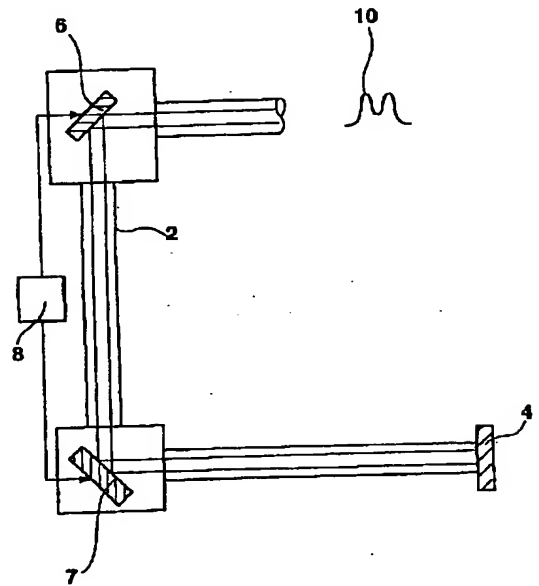
【符号の説明】

- 1, 20, 30 ガスレーザ
- 2 レーザ管
- 3 レーザビーム
- 4 反射ミラー
- 5 出力結合ミラー
- 6, 7, 21, 22, 31, 32, 33 偏向ミラー
- 8, 24, 34 制御装置
- 9, 25, 35 ガウスモード
- 10, 26, 36 リングモード

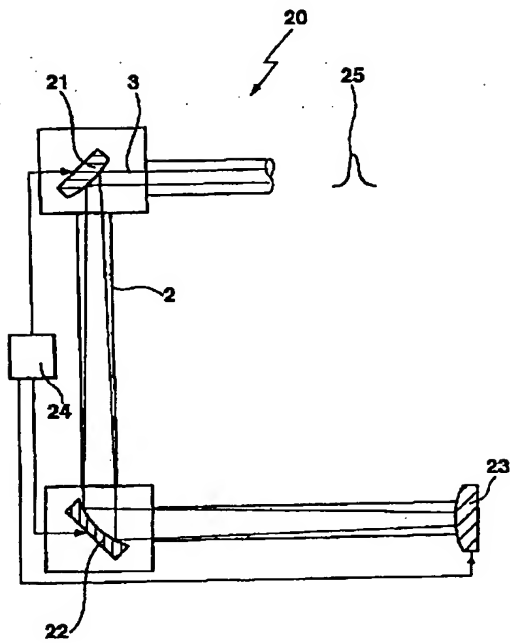
【図1 a】



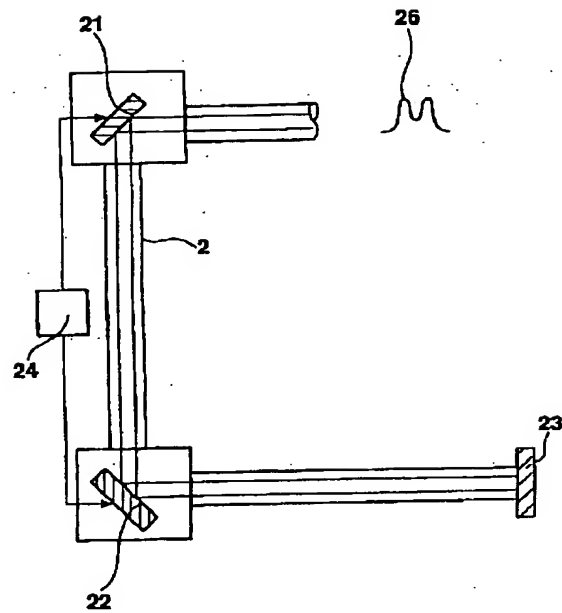
【図1 b】



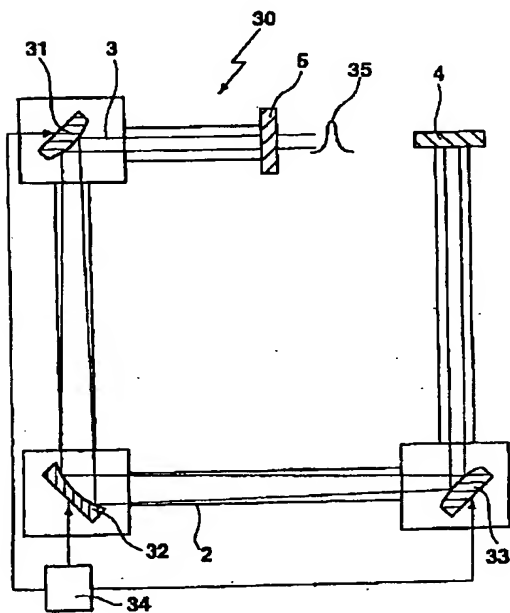
【図 2 a】



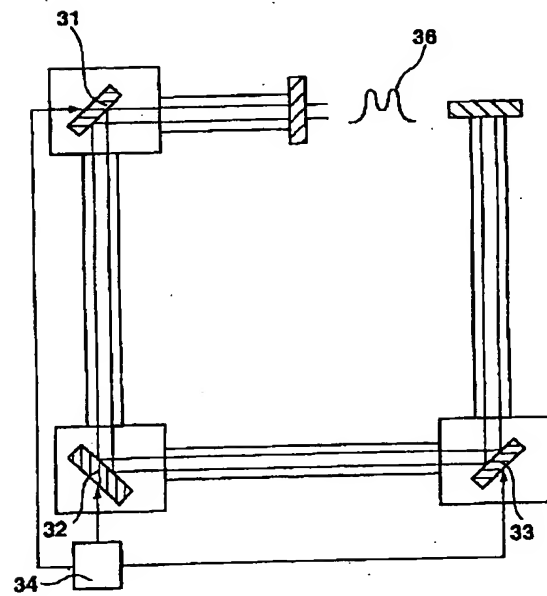
【図 2 b】



【図 3 a】



【図 3 b】



フロントページの続き

(72)発明者 マルク ゲシュヴァントナー
ドイツ連邦共和国 ゲアリンゲン キルヒ
シュトラーセ 1 / 1

(72)発明者 ターニャ ベーレンツ
ドイツ連邦共和国 ディッツィンゲン コ
ルンターラー シュトラーセ 2

F ターム(参考) 5F072 AA05 JJ20 KK05 MM17